

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

007920700

WPI Acc No: 1989-185812/198926

XRPX Acc No: N89-141930

Monitoring working cycle of machine tool - using processor to monitor current use and other tool parameters, e.g. position, cutting rate

Patent Assignee: VOITH GMBH J M (VOIJ)

Inventor: KOHLER P

Number of Countries: 005 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3741973	A	19890622	DE 3741973	A	19871211	198926 B
FR 2624420	A	19890616				198931
GB 2213661	A	19890816	GB 8828366	A	19881205	198933
DE 3741973	C	19910110				199102
CH 676341	A	19910115				199108
GB 2213661	B	19910918				199138
AT 8802999	A	19940515	AT 882999	A	19881207	199422

Priority Applications (No Type Date): DE 3741973 A 19871211

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 3741973	A	6		
AT 8802999	A		G07C-003/00	

Abstract (Basic): DE 3741973 A

The tool operation is monitored by a processor which gives warning of tool changes and of any faults in the system. The actual current levels are monitored in rapid increments to determine increasing wear on the tool. Other parameters are also monitored, e.g. tool position control, rate of cutting etc.

The processor control also monitors the rate of change of current, and the process parameters, to predict any possible fault condition. Software control is also monitored, to ensure a safe working of the tool.

ADVANTAGE - Improved tool protection; longer tool life.

0/3

Title Terms: MONITOR; WORK; CYCLE; MACHINE; TOOL; PROCESSOR; MONITOR; CURRENT; TOOL; PARAMETER; POSITION; CUT; RATE

Derwent Class: P56; T06; X25

International Patent Class (Main): G07C-003/00

International Patent Class (Additional): B23Q-011/04; B23Q-015/18;

B23Q-017/09; H02H-003/08; H02H-007/00

File Segment: EPI; EngPI



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3741973 C2

⑤1 Int. Cl. 5:
B23 Q 17/09
B 23 Q 11/00

②1 Aktenzeichen: P 37 41 973.0-14
②2 Anmeldetag: 11. 12. 87
④3 Offenlegungstag: 22. 6. 89
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 10. 1. 91

DE 3741973 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

J.M. Voith GmbH, 7920 Heidenheim, DE

⑦2 Erfinder:

Kohler, Paul, Dr., 7920 Heidenheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-Z.: m + w 13/1986-Fertigungstechnik 5, S.62-72;
DE-Z.: Werkstatt und Betrieb 119 (1986)7, S.593-596;

⑤4 Verfahren zum Überwachen des Arbeitsablaufes einer Werkzeugmaschine

DE 3741973 C2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Es sind Verfahren bekannt, die überprüfen, ob eine Werkzeugmaschine einwandfrei arbeitet oder nicht, so daß gegebenenfalls Maßnahmen ergriffen werden können. Ein nicht einwandfreies Arbeiten kann die verschiedensten Ursachen haben. Die wichtigste Ursache ist die Stumpfheit des Werkzeuges.

Die genannten Zustände machen sich in einem Ansteigen der Stromaufnahme des betreffenden Vorschubantriebs bemerkbar. Dabei steigt der Strom im allgemeinen an, bevor die Einflüsse einen ernsten Schaden hervorgerufen haben. Wird beispielsweise das Werkzeug im Verlauf einer Bearbeitung eines Werkstückes zunehmend stumpfer, so steigt der Strom an, bis er einen bestimmten, willkürlich eingestellten Höchstwert erreicht. Mit Erreichen dieses Höchstwertes wird die Werkzeugmaschine abgestellt, was entweder von Hand oder automatisch geschehen kann.

Parallel hierzu wird im allgemeinen eine Sicherung als Überlastungsschutz eingebaut sein. Nach dem Abstellen der Werkzeugmaschine läßt sich sodann im allgemeinen die Ursache des Stromanstieges und damit des schädlichen Einflusses leicht ermitteln und beheben.

Aus DE-Z m + w 13/1986, Fertigungstechnik 5, S. 62-72, ist ein Verfahren zum Überwachen des Arbeitsablaufes einer Werkzeugmaschine, speziell des Werkzeugzustandes, bekannt, bei der der Verlauf der Strom- bzw. Lastaufnahme unter Berücksichtigung der jeweiligen prozeßrelevanten Parameter bei der Bearbeitung eines Musterwerkstückes erfaßt wird, und daraus ein dem Prozeß angepaßter, sich im Arbeitsablauf ändernder Sollwertbereich gebildet wird.

Dieses Verfahren ist verhältnismäßig aufwendig. Es setzt das Herstellen eines Musterwerkstückes voraus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Gattungsbegriff derart zu gestalten, daß die Arbeitsabläufe von Werkzeugmaschine ebenso sicher wie seither, jedoch auf wirtschaftlichere Weise überwacht werden.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Ein derart gestaltetes Verfahren läßt sich mit großer Sicherheit durchführen; es arbeitet ferner sehr schnell und auf sehr wirtschaftliche Weise. Insbesondere ist es damit nicht mehr nötig, zuvor Musterwerkstücke herzustellen.

Aus DE-Z Werkstatt und Betrieb 119 (1986) 7, Seite 593 ff., ist es bekannt, die Zerspanungsarbeit einer Vielzahl von Werkstücken zu integrieren und daraus Verschleißkurven zu ermitteln. Bei der Überwachung auf Werkzeugbruch wird zusätzlich der Bohrweg überwacht, um das Bearbeitungsende von einem eventuellen Bruch unterscheiden zu können. Es werden dort aber weder weitere prozeßrelevante Parameter erfaßt, noch wird ein dem jeweiligen Prozeßzustand angepaßter Sollwertbereich gebildet.

Vorteilhaft für den Einsatz des Verfahrens gemäß der Erfindung ist die Ausstattung der jeweiligen Werkzeugmaschine mit einem direkten und/oder indirekten, inkrementellen Wegmeßsystem. Zur Verwirklichung der Erfindung kann es notwendig sein, in den betreffenden Stromkreis des Antriebsmotors, der Teil eines Achsgetriebes oder eines Spindelantriebes sein kann, einen Meßwiderstand zu schalten. Häufig sind jedoch derartige Antriebe mit einem Ausgang ausgestattet, der die Stromaufnahme liefert. Im allgemeinen wird ein Mikro-

prozessor mit Erfassungslogik für inkrementelle Wegmeßsysteme und A/D-Wandler zur Strommessung erforderlich sein.

Die erforderlichen Parameter können durch Doppelnutzung der Meßsystem-Ausgänge erfaßt werden. Dies bedeutet, daß durch direkte Positionserfassung ohne zusätzliche Sensoren die Geschwindigkeit und die Beschleunigung der zu überwachenden Achse oder Spindel indirekt erfaßt werden. Außerdem mißt der A/D-Wandler die Stromwerte.

Sodann ist ein Mikrorechner erforderlich, der in der Lage ist, pro Achse oder Spindel in bestimmten Zeitintervallen, beispielsweise alle hundert Mikrosekunden, einen Stromwert aufzunehmen, und der aus diesem Wert durch Ausfilterung "nicht plausibler" Werte alle zwanzig Millisekunden einen Mittelwert bildet. Aufgrund der nunmehr gemäß der Erfindung insgesamt erfaßten Parameter, nämlich des Stromes, der Position, der Geschwindigkeit, der Beschleunigung usw. sowie gegebenenfalls von Verformungswerten lassen sich unzulässige von zulässigen Zuständen unterscheiden. Hierzu dient der Rechner, der gemäß bestimmter Abfrage-Strategien die Werte herausgreift und mit abgespeicherten Richtwerten vergleicht.

Das Verfahren gemäß der Erfindung ermöglicht somit, wie erwähnt, das Erkennen und Unterscheiden von unzulässigen Prozeßzuständen wie z. B.

- Verschleiß des Werkzeuges
- Ausbrechen einer Werkzeugschneide
- totaler Werkzeugbruch
- Fehler in der CNC-Soft- und Hardware
- Fehlbedienung, z. B. durch falsche Achsanwahl oder durch zu große Vorschubgeschwindigkeit

Da das Verfahren gemäß der Erfindung ohne Kraftsensoren arbeiten kann, eignet es sich auch zur Nachrüstung von vorhandenen Werkzeugmaschinen.

Außerdem eignet sich das Verfahren gemäß der Erfindung zur Diagnose von Maschinenzuständen, wie z. B. dem Zustand der Führungslagerung oder der Einstellung von Antriebsverstärkern.

Das System ist natürlich auch grundsätzlich in der Lage, aus der CNC-Steuerung Sollwertvorgaben zu entnehmen, um hieraus die vorgegebenen Richtwerte zu konkretisieren. Ein Beispiel wäre etwa das Unterscheiden zwischen dem Verschleiß, dem ein größerer Bohrer unterliegt, gegenüber jenem, dem ein kleiner Bohrer unterliegt. Auf diese Weise ist es möglich, aus den Richtwerten Sollwerte zu machen, die für ein bestimmtes Werkzeug genau vorzugeben sind.

In der Praxis gibt es ganz typische Verfahrbewegungen einer Maschine. Dabei hat sich z. B. deutlich gezeigt, daß sich Beschleunigung und Stromaufnahme eines Vorschubantriebes stets proportional verhalten. Dies bedeutet, daß bei einem Beschleunigen des Vorschubes der Strom stark ansteigt. Ein Bremsen hat in der Regel einen Gegenstrom im Vorschubmotor zur Folge. Durch die auftretende negative Beschleunigung wird die Maschine abgebremst. Auch hier weisen Strom und Beschleunigung die gleiche Richtung auf. Die Beschleunigung des Vorschubes ist etwas ganz übliches bei der Arbeit einer Werkzeugmaschine. Sie ist im allgemeinen gewollt. Sie hat, wie dargelegt, einen Einfluß auf die Stromaufnahme. Damit ist sie eine typische Einflußgröße, die zugleich unschädlich im Sinne der Erfindung ist und die Stromaufnahme dennoch beeinflußt.

Die Erfindung ist anhand der Zeichnung näher erläu-

tert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung die Verläufe von Geschwindigkeit und Beschleunigung eines Werkzeuges sowie der Stromaufnahme, wobei die Veränderungen der Stromaufnahme auf unschädliche Einflüsse zurückgehen;

Fig. 2 zeigt Schaubilder ähnlich jenen gemäß Fig. 1, wobei jedoch die Veränderungen der Stromaufnahme auf schädliche Einflüsse zurückgehen.

Fig. 3 zeigt ein wirklich aufgenommenes Diagramm von Geschwindigkeit und Beschleunigung eines Vorschubes sowie der Stromaufnahme des Vorschubantriebes.

In Fig. 1 ist der Einfluß der Beschleunigung des Werkzeuges (oberes Diagramm) sowie des Bremsens (unteres Diagramm) dargestellt. Dabei ist die Beschleunigung mit a , die Geschwindigkeit mit v und die Stromaufnahme mit I bezeichnet. Wie man aus dem oberen Diagramm erkennt, nimmt die Stromaufnahme bei konstanter Beschleunigung, aber ansteigender Geschwindigkeit, gleich zu Beginn des Anstieges der Geschwindigkeit sprunghaft zu und bleibt während des gesamten Anstieges auf einem konstanten Wert. Nach Erreichen der Höchstgeschwindigkeit und Konstanthaltung der Geschwindigkeit fällt die Stromaufnahme geringfügig ab und bleibt sodann ebenfalls konstant.

Entsprechendes gilt für das untere Diagramm.

Die in Fig. 2 dargestellten Diagramme zeigen Einflüsse, die im Sinne dieser Erfindung als schädlich bezeichnet werden. Im oberen Teil deutet die vertikale, gestrichelte Linie jenen Zeitpunkt an, zu welchem der Bohrer aufgrund des Ausbrechens der Schneide unbrauchbar geworden ist. Wie man sieht, findet ein plötzliches Abbremsen statt; die Beschleunigung wird somit auf einen gewissen Wert abgesenkt, auf dem sie konstant verbleibt. Die Geschwindigkeit fällt von diesem Zeitpunkt an stetig ab. Die Stromaufnahme geht von demselben Zeitpunkt an stetig hoch.

Noch drastischer ist der Einfluß einer Kollision gemäß dem unteren Diagramm.

Das in Fig. 3 dargestellte Diagramm zeigt wiederum die drei Größen a = Beschleunigung, v = Geschwindigkeit und I = Strom.

Zunächst sieht man in der Darstellung links an der Stelle 1 da: Werkzeug in Ruhelage. Beschleunigung und Geschwindigkeit sind annähernd gleich Null, während der Strom geringfügig pendelt, um die Lageposition einzuhalten.

Nach kurzer Zeit beginnt das Werkzeug seinen Weg, was sich durch einen scharfen Anstieg der drei genannten Größen im Diagramm ausdrückt. An der Stelle 2 erreichen Strom und Beschleunigung ein Maximum, das zugleich einen Wendepunkt darstellt. Die Beschleunigung fällt sodann ab auf ein Minimum 3, steigt wieder an auf ein Maximum 4 usw. Dieser Vorgang stellt ein Einpendeln dar, das darauf zurückgeht, daß der Antriebsverstärker in diesem Falle nicht optimal eingestellt war.

Die Geschwindigkeit hingegen steigt im ersten, ansteigenden Abschnitt noch weiter an als die Beschleunigung und der Strom. Sie erreicht schließlich einen Wert bei 5, der zunächst mehr oder minder konstant gehalten wird.

An der Stelle 6, 6 passiert sodann etwas Entscheidendes: Für die Zwecke des Versuches wurde eine Kollision simuliert, indem ein Werkzeug mit zu hoher Geschwindigkeit auf ein Werkstück auftraf. Dabei war die Anordnung so getroffen, daß die Maschine keinen ernstlichen Schaden nehmen konnte.

Die Folge dieser Kollision ist klar erkennbar: Die Beschleunigung fällt drastisch ab und erreicht ein Minimum bei 7. Gleichzeitig steigt der Strom drastisch an und erreicht ein Maximum bei 8. Wie man sieht, kommt es sodann zu einem Anstieg der Beschleunigung auf den Wert 9. Dieser Anstieg geht darauf zurück, daß die Haftreibung des Werkstückes auf seiner Unterlage überwunden wurde, so daß das Werkstück anschließend mit im wesentlichen gleicher Geschwindigkeit weggeschoben wurde. Wie man weiterhin sieht, geht dies nur eine bestimmte Zeit lang, denn die Stelle 9 stellt gleichzeitig einen Wendepunkt dar; die Beschleunigung fällt, wie man sieht, anschließend wieder ab.

Nur der Vollständigkeit halber sei darauf verwiesen, daß der Verlauf der Geschwindigkeit v aus meßtechnischen Gründen nicht so wiedergegeben ist, wie er sich in Wirklichkeit abspielte. Die Geschwindigkeit spielt aber in diesem Zusammenhang nur eine untergeordnete Rolle.

Durch die Erfindung wird es möglich, wie man sieht, das Geschehen an der Widerstandslinie 6, 6 zu erkennen. Aus dieser Erkenntnis heraus lassen sich natürlich sofort entsprechende Maßnahmen einleiten, die selbstverständlich auch automatisiert werden können. All dies war zuvor nicht möglich.

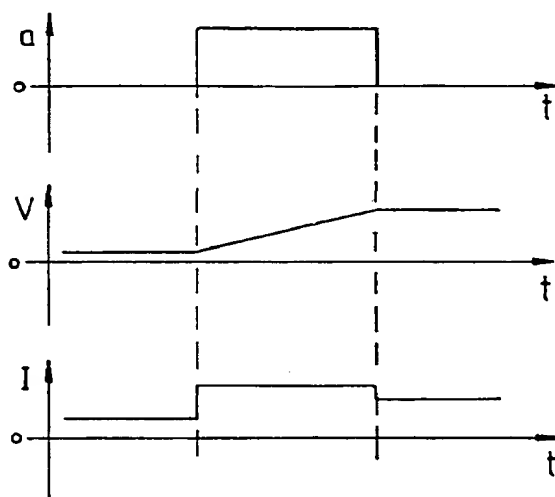
Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen des Arbeitsablaufes einer Werkzeugmaschine durch Erfassen des Verlaufes der Stromaufnahme unter Berücksichtigung weiterer prozeßrelevanter Parameter, insbesondere Geschwindigkeit und Beschleunigung, zum Bilden eines dem jeweiligen Prozeßzustand angepaßten Sollwertbereiches, bei dessen Verlassen ein Signal zum Beeinflussen des Arbeitsablaufes erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche prozeßrelevanten Parameter laufend gemessen werden und der Sollwertbereich direkt und unmittelbar gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als weiterer Parameter die Position einer Achse erfaßt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als weiterer Parameter die Verformung des Antriebssystems erfaßt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als weiterer Parameter die Differenz aus den Meßergebnissen eines direkten sowie eines indirekten Meßsystems (Wegmeß-Erfassungssystem) erfaßt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

$I(+), a(-)$



$I(-), a(-)$

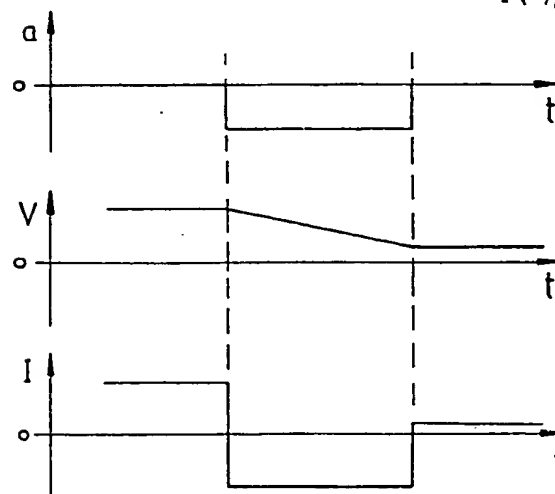
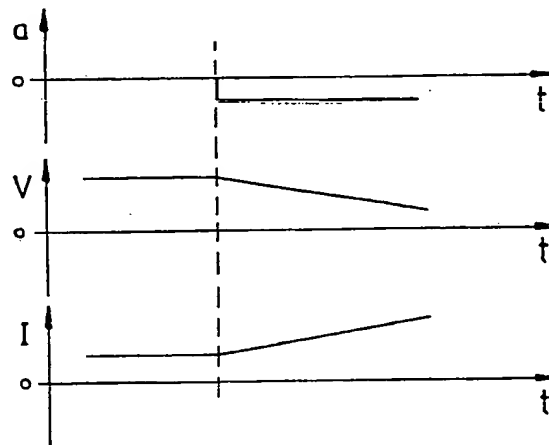


Fig.2

$I (+), a (-)$



$I (+), a (-)$

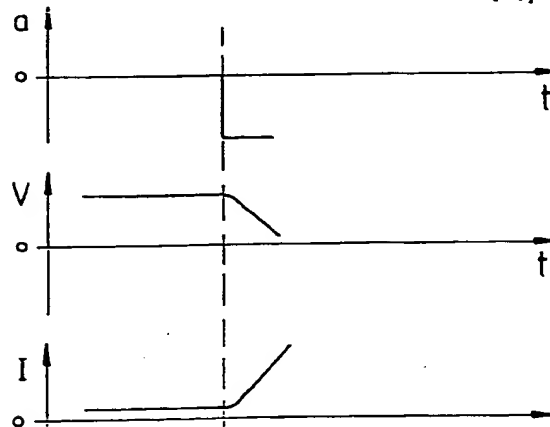
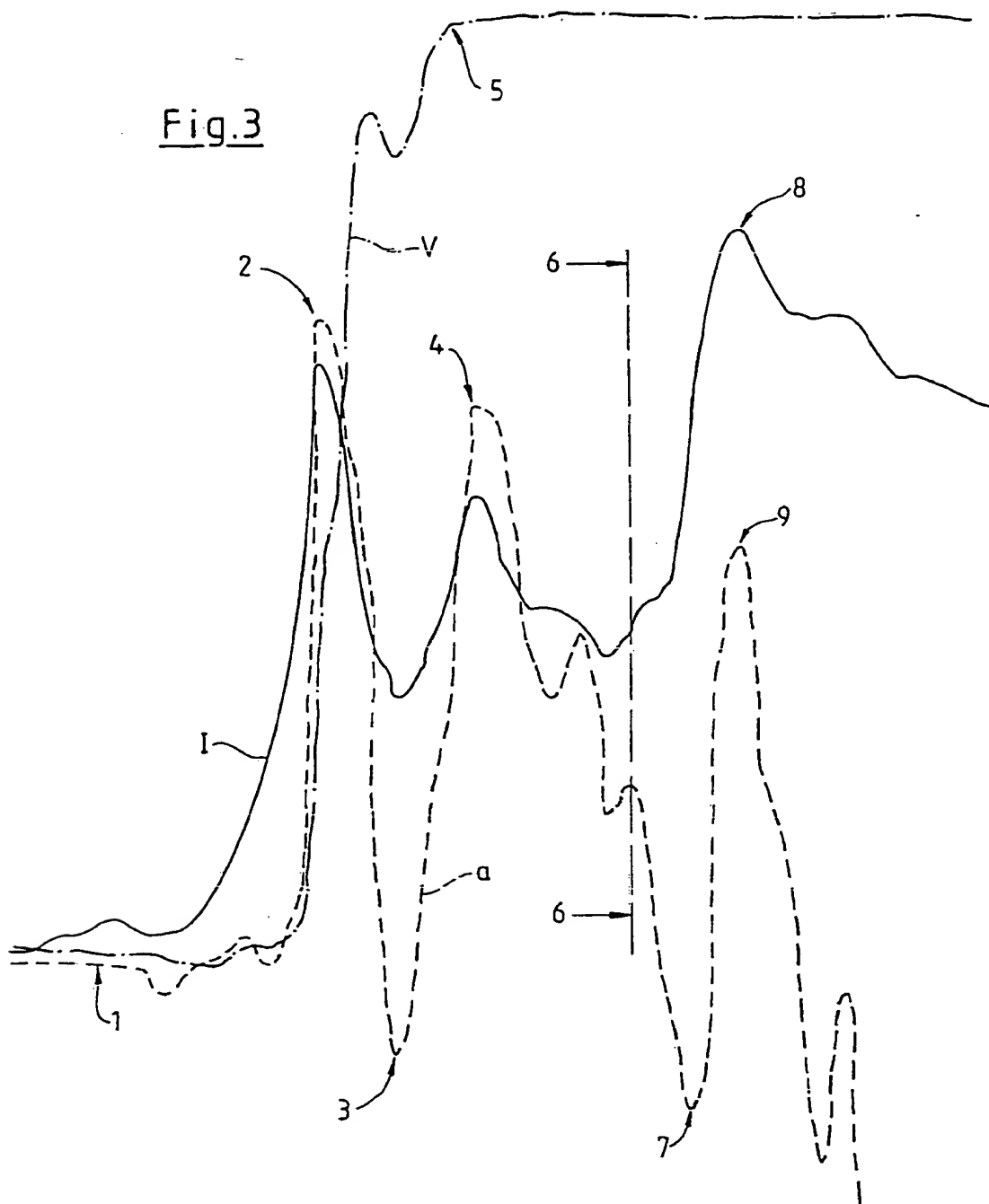


Fig.3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.